

## **ANÀLISI I AIXECAMENT DE L'EDIFICI**

**Raúl Rubio, [raul@captae.com](mailto:raul@captae.com)**

**Jordi Xiqués, [jordi.xiques@upc.edu](mailto:jordi.xiques@upc.edu) /607364781**

## Índex

1. L'aixecament arquitectònic.....	3
1.1 Estudi històric – constructiu.....	3
1.2 Estudi històric – artístic.....	4
1.3 Estudi físic – constructiu.....	4
1.4 Estudi geomètric – formal.....	5
2. Mètodes d'aixecament geomètric.....	6
3. Terrestrial Làser Scanning (TLS).....	6
4. Exemple Església de Sant Rafael de Barcelona.....	8
4.1 Antecedents.....	8
4.2 Projecte .....	8
5. Conclusions.....	11

## 1. L'aixecament arquitectònic

El coneixement previ d'un edifici és fonamental per a poder plantejar un projecte d'intervenció. En aquesta fase inicial, els grups multidisciplinars formats per arqueòlegs, historiadors, arquitectes, arquitectes tècnics, enginyers en topografia etc.. son del tot necessaris.

Podem definir un aixecament arquitectònic com aquell conjunt d'operacions que ens permet fer l'anàlisi històric i/o material d'un edifici.

<b>Anàlisi històric</b>	<b>Estudi històric-constructiu</b>
	<b>Estudi històric- artístic</b>
<b>Anàlisi material</b>	<b>Estudi físic-constructiu</b>
	<b>Estudi geomètric-formal</b>



### 1.1 Estudi històric-constructiu

Entendre l'evolució històrica que ha sofert un edifici es bàsic per a poder planificar una intervenció de rehabilitació o de restauració. El podem situar en el seu context, identificar la seva tipologia y entendre el com i el perquè de la seva evolució. (Fig.1)

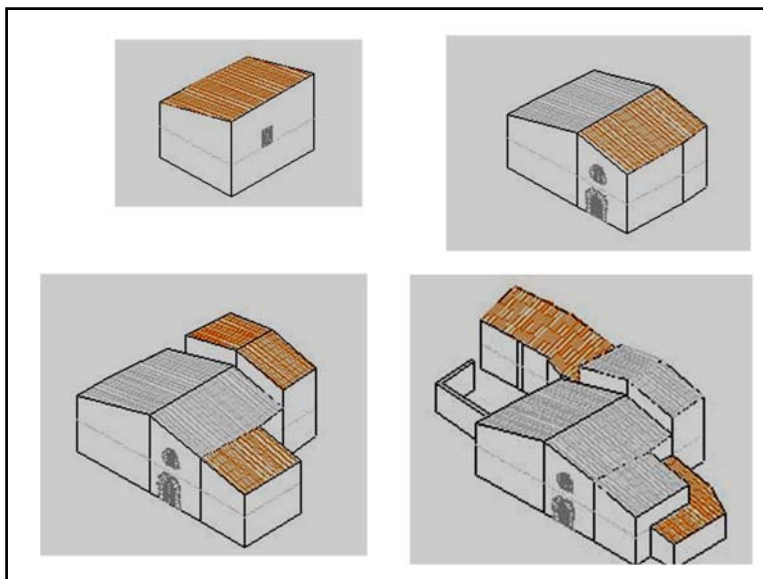


Fig.1

## 1.2 Estudi històric-artístic

Les solucions constructives per repartir carregues, per reconduir esforços, per reduir llums o deformacions van evolucionant mostrant, cada vegada més, un domini de les tècniques constructives i de la practica de l'ofici.

Les portes i finestres son elements importants per a la identificació constructiva, així com els símbols i les dates gravades a les llindes. Les mides, el nombre d'obertures, però també els materials, pedra tallada, taulons de fusta amb frontisses de ferro, les tanques i els panys son elements significatius de l'evolució del mas.

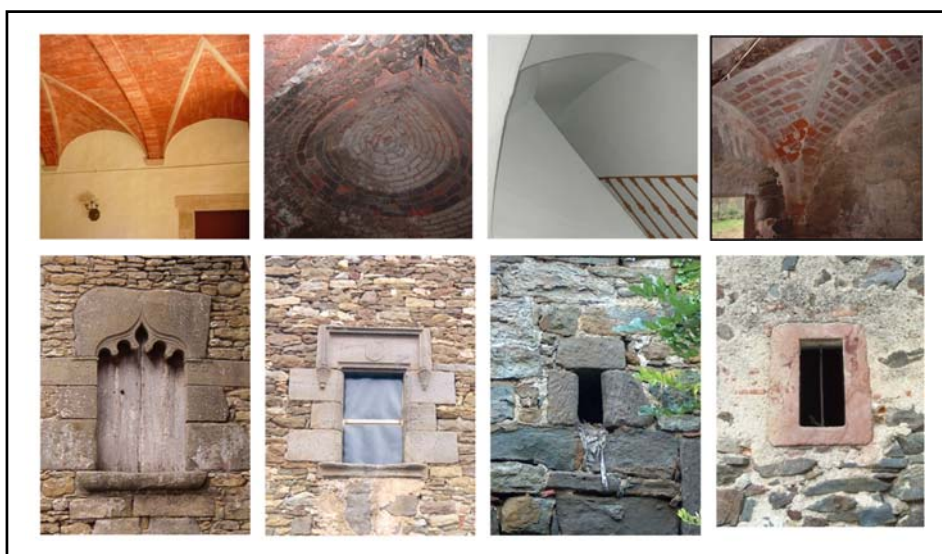


Fig.2

## 1.3 Estudi físic-constructiu

Necessari per a conèixer com funciona estructural i constructivament l'edifici. També es poden detectar, identificar i classificar les diferents patologies existents alhora que proposar les actuacions adients per eliminar-les. (Fig.3)



Fig.3

#### 1.4 Estudi geomètric-formal

És el que ens permetrà conèixer les dimensions i forma de l'edifici, saber totes les característiques dimensionals i mètriques del mateix per poder obtenir els plànol de les plantes, façanes i seccions que ens ajudin a la compressió total de l'edifici. (Fig.4)

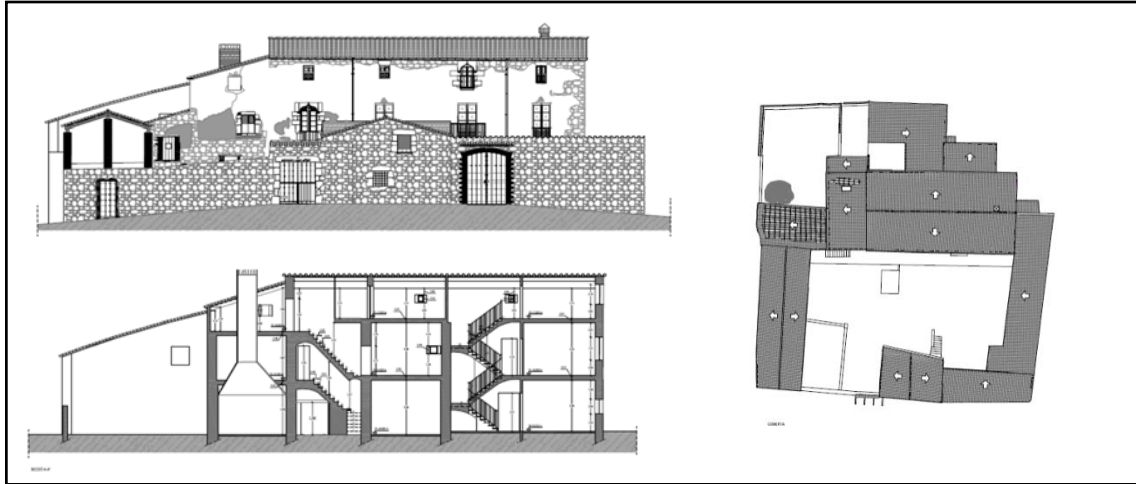


Fig.4

L'abast, les metodologies i els instruments emprats en l'aixecament geomètric d'un edifici dependran de la complexitat geomètrica i constructiva de l'edifici, de l'estat de conservació i de la finalitat de l'aixecament. (Fig.5)



Fig.5

## 2. Mètodes d'aixecament geomètric

Podem classificar els diferents mètodes per a realitzar un aixecament en mètodes directes, indirectes i fotogramètrics (Fig.6). En molts casos utilitzarem varis d'aquests mètodes i dels diferents instruments associats a ells en un mateix aixecament.

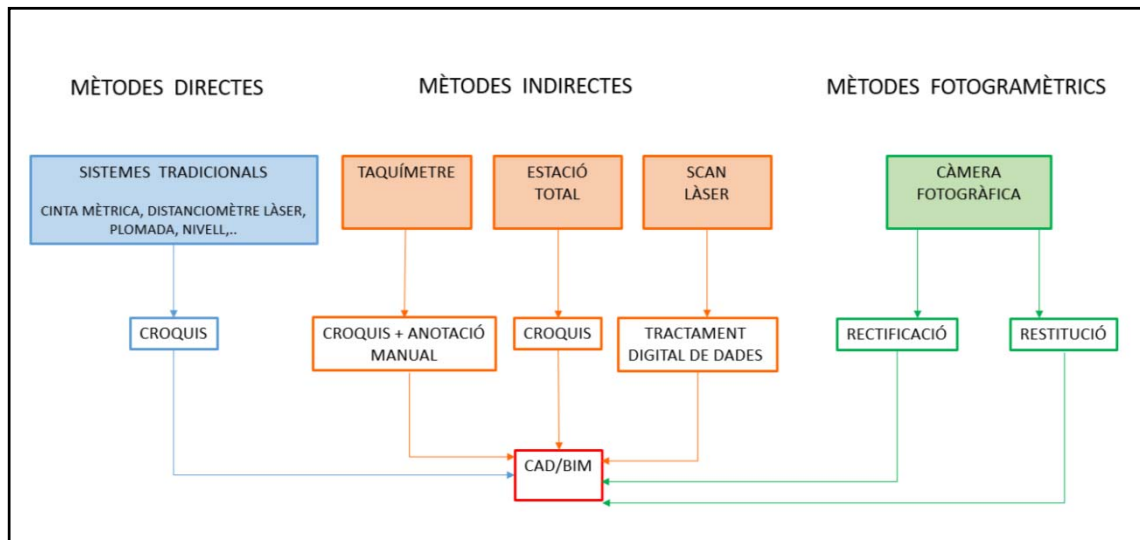


Fig.6

## 3. Terrestrial Làser Scanning

Realitzar un aixecament amb un Terrestrial Làser Scanning (TLS) (Fig.7) pot suposar avantatges, no tant sols en el moment de prendre les mesures per a la realització dels plànols, sinó també en les possibilitats que el núvol de punts obtingut ens ofereix per al posterior anàlisi de l'edifici.



Fig.7

Després de la captura de dades amb un Làser Escàner i el posterior tractament de les mateixes, el resultat és un núvol de punts en 3D, es a dir, un conjunt de milions de

coordenades (x,y,z) posicionades a l'espai, que representen amb rigor i precisió la realitat escanejada. (Fig.8)



Fig.8

Els escàners làser 3D solen emprar dos tipus diferents de mesuraments a distància: el mesurament de diferència de fase i el mesurament de temps de vol.

En ambdós casos, s'emet un raig làser (la longitud d'ona difereix segons el proveïdor) que després torna reflectit al sistema. L'escàner làser gira 360 ° horitzontalment i l'angle horitzontal es codifica al mateix temps que el mesurament de la distància. El càlcul de la distància de les coordenades 3D, l'angle vertical i l'horitzontal conformen una coordenada polar ( $\delta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ) que es transforma llavors en una coordenada cartesiana (x, y, z).

Alguns escàners làser, com el FAR Laser Scanner Photon 120 utilitzat en l'aixecament de l'Església de Sant Rafael de Barcelona, fan servir la tecnologia de diferència de fase per mesurar la distància d'una superfície: un làser d'infrarojos s'emet i torna reflectit al sistema. La distància es mesura amb precisió mil·limètrica en analitzar el desplaçament de la longitud d'ona del raig retornat.

Les dues tipologies d'escàners làser s'utilitzen en els camps d'arquitectura i enginyeria civil: els escàners làser de diferència de fase solen ser més ràpids i precisos i amb menor abast que els escàners làser 3D de temps de vol.

El dispositiu genera un escaneig de l'entorn en forma de núvol de punts, que és la suma de mesuraments individuals des d'una posició d'escanejat específica. Un objecte es pot capturar totalment des de múltiples posicions d'escaneig segons la seva dimensió i complexitat. La combinació dels diferents núvols de punts crea finalment una imatge 3D de l'objecte. La imatge resultant d'un escaneig és una combinació de milions de punts de mesurament 3D, en color si cal, que proporciona una reproducció digital exacta de



les condicions existents. El primer resultat dels registres és un model de l'àrea escanejada. A partir d'aquest model, es poden generar vistes de seccions transversals i longitudinals. Amb les seccions i plànols, es poden crear dibuixos CAD en 2 o 3 dimensions.

#### **4. Exemple Església de Sant Rafael de Barcelona**

##### **4.1. Antecedents**

L'església de Sant Rafael pertanyia al recinte de l'Institut Mental de la Santa Creu, creat pel doctor Emili Pi i Molist i basat en centres psiquiàtrics pioners. L'arquitecte Josep Oriol i Bernadet va dissenyar el sanatori l'any 1859 i es va construir sota la direcció dels arquitectes Josep Artigas i Elies Rogent.

Després d'anys d'obres, el manicomí va entrar en funcionament el 1889, juntament amb l'església. Es tracta d'un temple simètric d'estil neoclàssic que estava situat al cos central del manicomí. Va ser batejat en honor a Sant Rafael perquè el nom d'aquest arcàngel significa "Déu sana" o bé "medicina de Déu".

L'església era el centre religiós de les persones ingressades al sanatori i del personal que hi treballava. Era lloc de pregària i d'oració, i els diumenges i festius s'hi feien les misses. Amb l'esclat de la Guerra Civil, uns milicians republicans la van saquejar i se'n van endur tota mena d'objectes de valor. Durant la postguerra va tornar a funcionar, però, a mesura que l'Institut Mental va iniciar el procés de decadència i l'enderroc progressiu dels pavellons, el temple va anar perdent activitat per la disminució del nombre de pacients ingressats. Finalment, l'Institut Mental va tancar l'any 1986. El temple va ser abandonat i va començar un lent procés de degradació.

##### **4.2. Projecte**

Es per aquest motiu, per una conservació i futura rehabilitació, que es va optar per realitzar un exhaustiu aixecament 3D amb tecnologia Làser Escàner 3D. Amb aquesta tecnologia es captura la realitat de manera fidedigna i es replica una maqueta virtual per poder generar qualsevol tipus de documentació: plànols 2D, models 3D, recorreguts virtuals, eines de difusió, etc.

La captura de dades la va realitzar l'empresa CAPTAE amb un equip FARO X330, amb un temps de 2 dies de treball de camp. (Fig.9)





Fig.9

El processat de dades es va realitzar per 2 tècnics experts en processat i generació de Núvols de Punts 3D, amb una durada d'una setmana d'oficina.

El resultat va ser una Núvols de Punts 3D optimitzats per poder visualitzar i analitzar qualsevol racó digitalitzat, i poder prendre mesures i compartir la informació amb la resta d'integrants del projecte. (Fig. 10, Fig. 11)

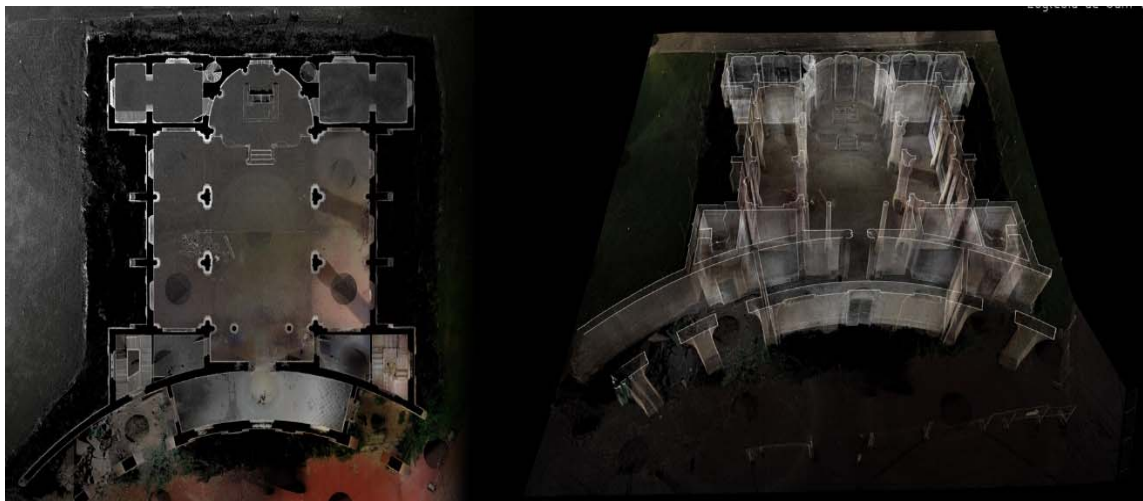


Fig.10

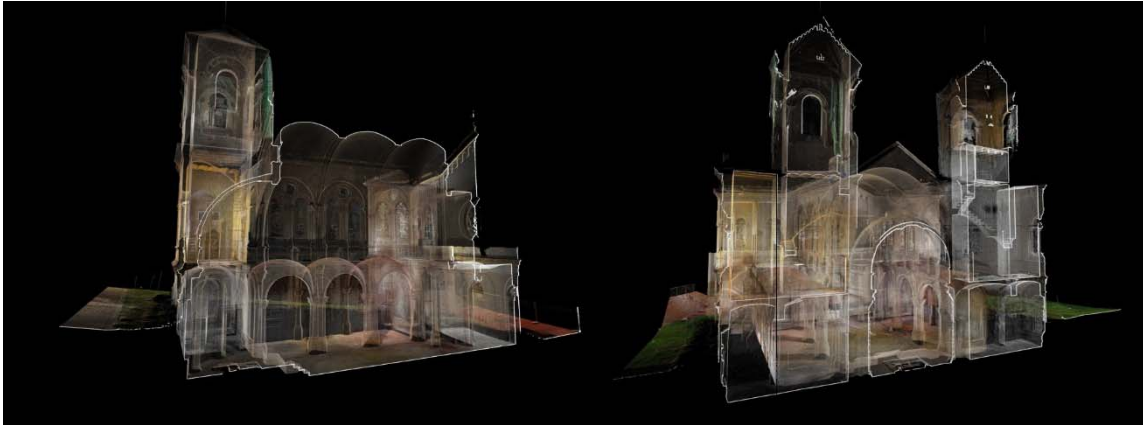


Fig.11

Però, el projecte no ha acabat. No només es disposa d'una maqueta virtual per analitzar i prendre mesures de tots els elements, si no que es generen models 3D optimitzats i reduïts per crear aplicacions virtuals de Realitat Augmentada i Realitat Virtual. (Fig. 12, Fig. 13)



Fig.12



Fig.13

## 5. Conclusions

Podem resumir finalment alguns dels avantatges que ens ofereix el fet de treballar amb núvols de punts:

- Perfecta documentació base de projecte.
- Reducció de costos en la fase de projecte i minimització d'errors en la fase d'execució.
- Possibilitat de combinar el digitalitzat real de l'entorn amb les modificacions dissenyades en 3D, per veure el resultat final de la rehabilitació/modificació abans d'iniciar-la.
- Compartir la informació on-line.
- Possibilitat de generació d'ortoimatges: imatge digital generada en projecció ortogonal a partir de fotografia extreta del núvol de punts.
- Generació, si s'escau, de plànols en 2D, plantes, alçats i seccions.
- Detecció de patologies, analitzar i mesurar deformacions, desploms etc...
- Aplicacions de visualització 3D per analitzar, fer difusió, educació, ...

Queda obert el debat de que a tots els avantatges d'aquest i altres mètodes d'última generació, hi podem posar el contrapunt de que els sistemes tradicionals obliguen, sens dubte, a un superior i eficaç acostament a l'element a aixecar, que cal tenir en consideració.